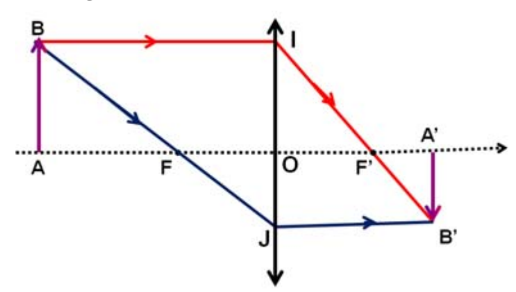
CNC 2011 : Epreuve de Physique 2 MP
Corrigé : *extraits*

Partie 1

11-
Conditions de Gauss.

12-
• Voir figure 12.
• L'image est réelle et renversée.



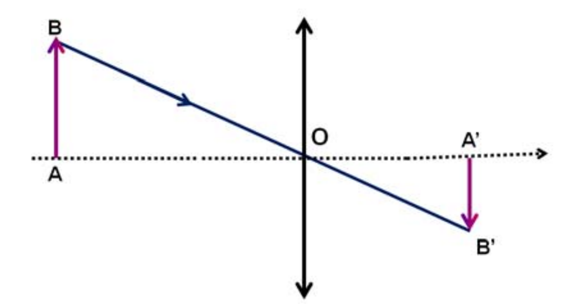
13-
• Les triangles F'A'B' et F'OI sont semblables → $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{\overline{F'A'}}{f'_0}$ et les triangles FOJ et FAB sont semblables →

$\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = -\frac{f'_0}{\overline{FA}}$.

On en déduit $\overline{F'A'}.\overline{FA} = -f'^2_0$ et en utilisant la relation de Charles →

$\frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_0}$.

• Les triangles OAB et OA'B' sont semblables → $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$



14-
$\frac{1}{\overline{OA'}} + \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'_0}$ et $\overline{AA'} = D$ →

$\overline{OA'}^2 - D\overline{OA'} + f'_0 D = 0$ et A' réelle si $D > 4f'_0$.

15-
$f'_0 = 10\text{cm}$.

Partie 2

21-
Le spectre discret car les niveaux d'énergie sont quantifiés.

22-
$E_3 - E_1 = h\upsilon_{1\to3}$ et $\upsilon_{1\to3} = \frac{c}{\lambda_{3\to1}}$ →

$\lambda_{3\to1} = \frac{hc}{E_3 - E_1}$.

23-
$\lambda_{3\to1} = 547{,}6\text{nm}$.

24-
Spectre visible.

Partie 3

311-
On superpose des ondes lumineuses non polarisées qui ont des directions de propagation quasiparallèles ou parallèles.

312-
$\delta(M) = (S_2M) - (S_1M)$.

313-
La vibration due à S_1 en M est :

$\underline{a}_1(M,t) = \underline{a}_1(S_1, t - \Delta t_1) = A_1 \exp j(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda_0}(SM_1) + \varphi_{01})$

et

$I_1(M) = cte\langle(\underline{a}_1(M,t)\cdot\underline{a}_1{}^*(M,t)\rangle = cteA_1^2$.

La vibration due à S_2 en M est :

$\underline{a}_2(M,t) = \underline{a}_2(S_1, t - \Delta t_1) = A_2 \exp j(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda_0}(SM_2) + \varphi_{02})$

et

$I_2(M) = cte\langle(\underline{a}_2(M,t)\cdot\underline{a}_2{}^*(M,t)\rangle = cteA_2^2$.

Avec : φ_{01} et φ_{02} phases initiales aléatoires respectivement des sources S_1 et S_2.

S_1 et S_2 cohérentes → $\varphi_{01} - \varphi_{02} = cte$ indépendante du temps.

S_1 et S_2 en phase → $\varphi_{01} - \varphi_{02} = 0$.

La vibration résultante en M est :

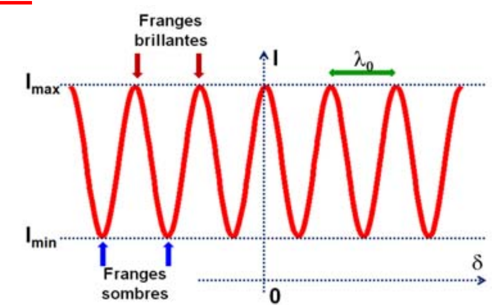
$\underline{a}(M,t) = \underline{a}_1(M,t) + \underline{a}_2(M,t)$ **et** L'intensité

résultante en M est :

$I(M) = cte\langle(\underline{a}(M,t)\cdot\underline{a}^*(M,t)\rangle$ →

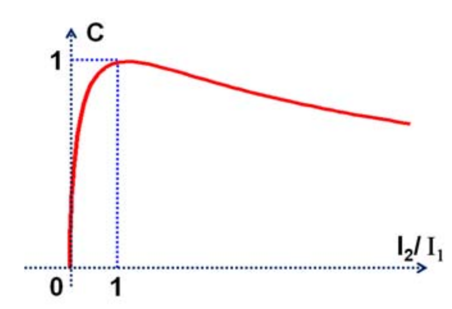
$$I(M) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_0}\delta(M)\right).$$

314-



315-

$$C = \frac{2\sqrt{I_1 I_2}}{I_1 + I_2}$$



Le contraste est maximal pour $I_1 = I_2$.

316-

Pour avoir un contraste maximal.

317-

• $I(M) = I_1 + I_2$: pour 2 sources ponctuelles distinctes $\varphi_{01} \neq \varphi_{02}$ et donc $\varphi_{01} - \varphi_{02}$ dépend aléatoirement du temps, ces 2 sources sont dites incohérentes entre elles.

• Pour avoir $\varphi_{01} = \varphi_{02} = \varphi_0$ et donc $\varphi_{01} - \varphi_{02} = 0$ indépendant du temps, il faut dédoubler la vibration issue d'une source ponctuelle primaire en deux vibrations en passant par 2 sources dites secondaires mutuellement cohérentes entre elles.

• Pour superposer en M seulement deux vibrations cohérentes par division d'une vibration issue de la source primaire, il faut que la différence de marche δ en M soit inférieur à la longueur de cohérence de la vibration.

318-

• $\delta(M) = p(M)\times\lambda_0$.

• Mesure de l'indice de réfraction ; mesure de très faible distance ; mesure de défaut de planéité…

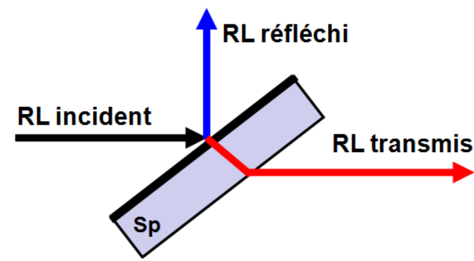
Partie 3

321-

C'est un système à division d'amplitude. La séparatrice permet de diviser un rayon lumineux incident en un rayon transmis et un autre réfléchi.

322-

• Rôle de la séparatrice S_p :



• Pour avoir $I_1 = I_2$ et donc des interférences avec un contraste maximal.

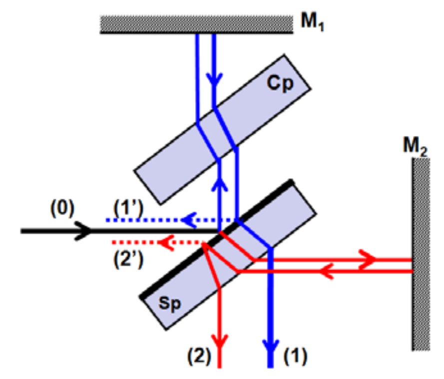
323-

Le RL incident (0) d'intensité I_{source} donne deux couples de RL.

- 2 RL (1) et (2) vers la sortie d'intensité $I_{source}/2$.
- 2 RL (1') et (2') vers la source d'intensité $I_{source}/2$ perdue.

324-

Sans compensatrice C_p, le RL (2) a traversé 3 fois la lame S_p, alors que le RL (1) ne l'a traversé qu'un seule fois. Pour faire traverser le RL (1) le même nombre de fois la lame que le RL (2), il faut placer sur le trajet du RL (2) la lame C_p sur le trajet du RL (1). Il faut que S_p et C_p soient identiques et parallèles et S_p ne doit pas posséder une face semi-réfléchissante.



325-

La lame de verre V_a permet de protéger les composants optiques contre les effets thermiques des sources lumineuses.

331-

Les chemins optiques des 2 RL (1) et (2) sont égales dans la lame lorsque S_p et C_p sont parallèles, donc se compensent → On remplace S_p et C_p par une lame théorique semi-réfléchissante d'épaisseur nulle.

332-

• Réglage du parallélisme des deux miroirs :
On éclairer avec la lampe à vapeur de mercure, une feuille de papier comportant une mire (*à poser contre le verre anti-calorique*) et observer directement à l'œil en sortie du Michelson.
- On agit sur les vis mp2 et mt1, puis la vis (T) du miroir mobile M_2 jusqu'à superposition des deux images obtenues de la mire.
- On agit très délicatement sur les vis mp2 et mt1 jusqu'à obtention des anneaux centrés dans le champ d'interférences. Puis on agit sur la vis (t) pour visualiser 4 ou 5 anneaux. Si les anneaux ne sont pas circulaires, on agit sur les vis cp et ct de la compensatrice pour les rendre circulaires.

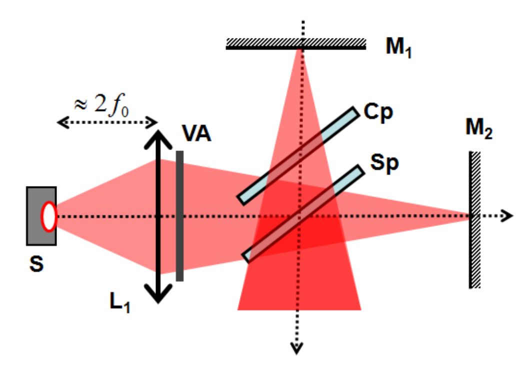
• Réglage fin du parallélisme des deux miroirs.
A partir de la situation précédente, on va observer la figure. On agit les vis sur mt1 et mp1 du miroir fixe M_1 jusqu'à obtention des anneaux dont les rayons ne varient en faisant des petits mouvements de tête verticaux et horizontaux.

3331-

Couleur verte.

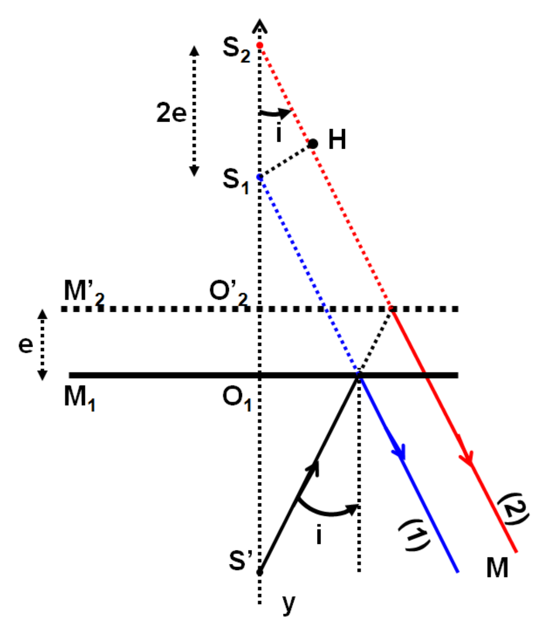
3332-

On place la source devant une lentille convergente de telle manière à converger la lumière sur les 2 miroirs.



3333-

• S' image de S par $S_{p,th}$. S_1 image de S' par M_1 et S_2 image de S' par M'_2 image de M_2 par $S_{p,th.}$



• Symétrie de révolution autour de l'axe 0y → les franges sont des anneaux.
• Les 2 RL qui interférent sont parallèles → les anneaux sont localisées à l'infini.

3334-

• La lame Sp et la lame Cp ne sont pas rigoureusement parallèles .
• On agit sur les vis cp et ct de la lame Cp jusqu'à obtenir des franges circulaires.

3335-

$\delta = (SS_2M) - (SS_1M) + \delta_{sup}$. On a : $\delta_{sup} = 0$ et $(SS_2) = (SS_1) = 0$ → et dans le vide n=1, on a : $\delta(M) = S_2M - S_1M$.

3336-

$\delta(M) = S_2H + HM - S_1M$; or

$HM = S_1M$ →

$\delta(M) = S_2H = 2e\cos(i)$.

Le lieu des points d'égale intensité set tel que $\delta(M) = 2e\cos(i) = cons\tan te$ → nomination anneaux d'égale inclinaison.

3337-

• Les 2 RL sont cohérents →

$$I(M) = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2}\cos\left(\frac{2\pi}{\lambda_0}\delta(M)\right).$$

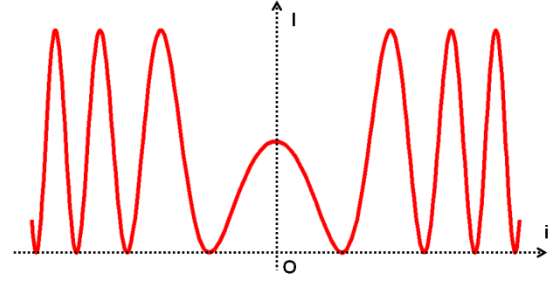
On a : $I_1 = I_2 = I_{source}/4$ et

$\delta(M) = 2e\cos(i)$ →

$$I(\delta) = I_0[1+\cos(\frac{4\pi e\cos(i)}{\lambda_0})].$$

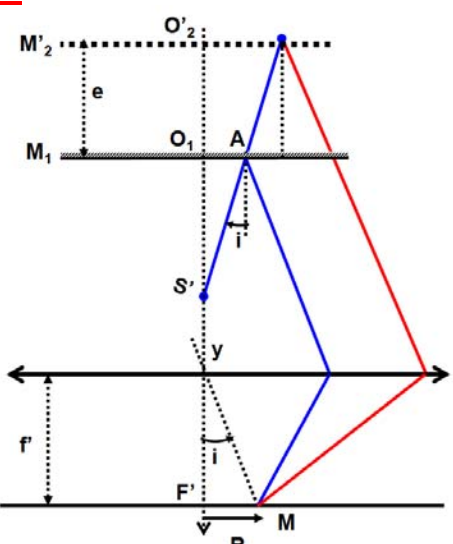
• $I_0 = \frac{I_{source}}{2}$: représente la moitié de l'intensité issue de al source primaire.

•



• Les anneaux se resserrent en s'éloignait du centre.

3338-



3339-

• Pour projeter les anneaux sur un écran, on utilise une lentille de focale : f' =1M.

• Pour enregistrer la figure d'interférences les anneaux à l'aide d'une barrette CCD, on utilise une lentille de focale : f' =20cm.

33310-

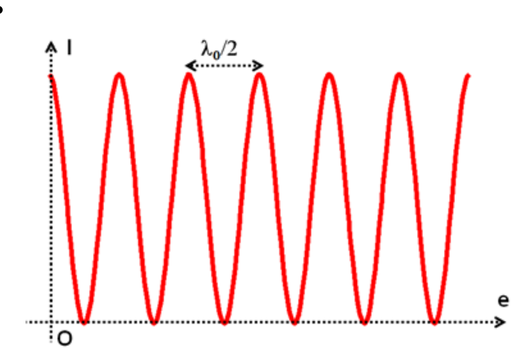
• $p_0 = \frac{2e}{\lambda_0} = 5493{,}5$.

• La frange centrale en F' est noire.

33311-

• $\Delta p_0 = 1/2$ → $\Delta e = \lambda_0/4$.

•



• Non, car pour observer des interférences avec un bon contraste il faut que $\delta << \ell_t = qq.\mu m$ (étant longueur de cohérence temporelle de al source de mercure).

33312-

L'ordre du $k^{éme}$ anneau brillant est :

$p_k = p_0 - k + 1/2$.

Le rayon du k^e anneau brillant :

$$p_k = \frac{2e}{\lambda_0}\cos i_k \approx \frac{2e}{\lambda_0}(1 - i_k^2/2) \approx \frac{2e}{\lambda_0}(1 - R_k^2/2f'^2)$$

$$\rightarrow R_k^2 \approx \frac{f'^2\lambda_0}{e}(k - 1/2).$$

33313-

$$R_{k+1}^2 - R_k^2 \approx \frac{f'^2\lambda_0}{e}.$$

33314-

Lorsque les anneaux s'enfoncent dans le centre, alors :

• e diminue.

• Le rayon des anneaux diminue.

• Le nombre d'anneaux diminue.

• Les franges deviennent plus larges.

33315-

• Les miroirs m_1 et m_2 sont symétriques par rapport à $S_{p,th}$.

• On diminue e jusqu'à obtention d'un seul anneau brillant très épais.
• Sur l'écran, on obtient une tache de couleur uniforme de même aspect que la lumière de la source.

33316-

Pour obtenir un contact optique le plus précis, on utilise une source de très faible longueur de cohérence temporelle. Pour une source de lumière blanche, cette longueur est de quelques micromètres → on observe des interférences que si la différence de marche est à peur près égale à 0 cad au contact optique.

33317-